

ステレオ動画像のための画像対応付けに基づく 高精度な視差マップ生成手法の検討

佐々木 満春[†] 伊藤 康一[†] 青木 孝文[†] 石上 智英[‡] 西村 明夫[‡]

[†] 東北大学大学院情報科学研究科

[‡] パナソニック株式会社

1 はじめに

裸眼式3次元ディスプレイでステレオ動画像を立体視するためには、高精度な視差マップに基づいて擬似的な多視点動画像を生成する必要がある。1フレームのステレオ動画像から正確な視差マップを生成する手法としてグラフィックを用いた手法 [1] が知られているが、数フレームを処理した場合、処理時間が長く、フレーム間で推定した視差が安定しない問題がある。一方、位相限定相関法 (Phase-Only Correlation: POC) に基づく視差マップ生成手法 [2] は、局所的な画像ブロックを比較することで視差を推定するため、比較的高速に視差推定が可能である。しかし、POC に基づく手法は、物体内部で高精度な視差推定が可能であるが、物体境界で正確な視差推定が困難であり、フレーム間で推定した視差が安定しない。これに対して、本稿では、ステレオ動画像のための画像対応付けに基づく高精度な視差マップ生成手法の提案をする。提案手法では、POC を用いてフレーム間の動きを求め、画像対応付けと画像セグメンテーションとを組み合わせることで、小領域ごとの視差を推定する。そして、信頼性の高い視差のみを用いた最適化により視差マップを生成する。ステレオ動画像を用いた性能評価実験により、提案手法の有用性を示す。

2 ステレオ動画像のための画像対応付けに基づく高精度な視差マップ生成手法

提案手法の概要を図1に示す。提案手法は、(i) 動き推定、(ii) 画像セグメンテーション、(iii) 視差マップの初期値の算出、(iv) 視差マップの補間で構成される。(i) では、まず、現フレーム上に8ピクセル間隔で基準点を配置し、基準点を頂点とする8×8ピクセルのブロックを作る。その後、POC に基づく対応付け手法 [2] を用いて前フレームと現フレーム間の動きを推定する。このとき、ブロックの4つの頂点の動き推定の信頼性が

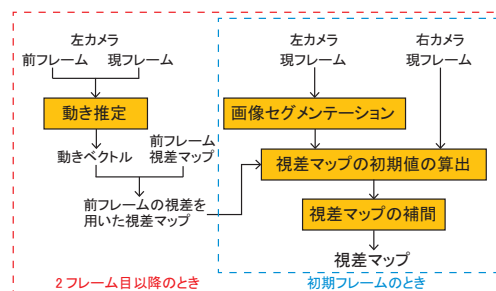


図1: 提案手法の概要

低い、あるいは4つの頂点の動き量のばらつきが大きい場合は、ブロックが覆う領域の視差が変化していると予想される。これらの領域は、視差を推定する領域とし、それ以外の領域は、前フレームで推定した視差を適用する。視差の変化が予想される領域のみ視差推定を行うことで安定した視差マップが生成できる。(ii) では、ステレオ動画像の各フレームに対して、mean shift に基づく画像セグメンテーション手法 [3] により、画像を小領域に分割する。(iii) では、視差推定を行う領域に4ピクセルおきに基準点を設置し、POC に基づく対応付け手法を用いて対応点を求め、(ii) で得られたセグメンテーション結果と対応付け結果とを組み合わせることで、小領域ごとの視差を決定する。ここで、POC 関数のピーク値が対応付けの信頼性を表していることを利用して、信頼性の高い視差の平均値をその領域の視差とする。これにより、画像セグメンテーションで得られた小領域ごとに視差を割り当てることで、物体境界付近での視差を信頼性の高い物体内部の視差推定によって求めることができる。しかし、物体境界付近の画素のみで小領域に分割された場合は、領域内で推定された視差の信頼性が低い。これらの領域は、視差が求められていない領域とする。以上の処理から得られた視差を視差マップの初期値とする。(iv) では、視差が求められていない領域の近傍にある領域の視差から最適な視差を割り当てる [4]。視差マップの初期値を求めた段階でほぼすべての視差が求められているため、近傍のみの視差を用いるだけで十分である。なお、初期フレームの場合、すべての領域に対してPOC に基づく視差推定を行い、その後、視差マップの補間を施すことで視差マップを生成する。

A Study of High-Accuracy Disparity Generation Method Based on

Image Correspondence Matching for Stereo Video Sequences

[†]Mitsuharu SASAKI [†]Koichi ITO [†]Takafumi AOKI

[‡]Tomohide ISHIGAMI [‡]Akio NISHIMURA

[†]Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

[‡]Panasonic Corporation

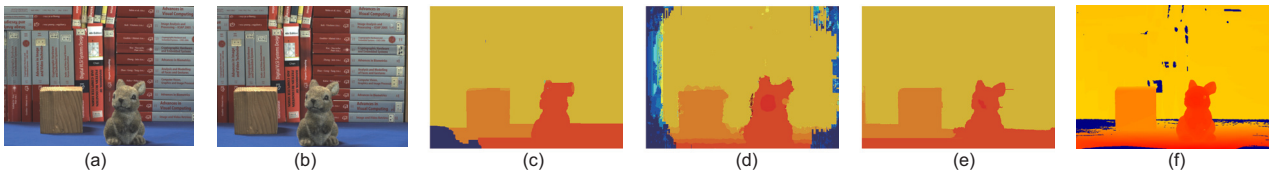


図 2: 各手法による視差マップ: (a) 評価画像 (左カメラ), (b) 評価画像 (右カメラ), (c) グラフカット, (d) POC, (e) 提案手法, (f) 視差マップの真値

表 1: 各手法の処理時間 [sec.]

フレーム数	グラフカット	POC	提案手法
1 フレーム	91	64	61
100 フレーム	7,968	5,702	1,962

3 性能評価実験

ステレオ動画を用いた性能評価実験を行う。動画の画像サイズは、 600×440 ピクセル、フレームレートは 5 fps、フレーム数は 100 フレームであり、全く動きのないシーンが続いている。実験環境は、OS: Windows 7, CPU: Intel Core i5-2520M 2.5GHz, メモリ: 4GB である。本稿では、従来手法として、グラフカットを用いて毎フレームの視差マップを生成する手法 [1] と POC を用いて毎フレームの視差マップを生成する手法 [2] を用いる。性能評価実験では、安定性、精度、速度の観点から評価を行う。各手法による視差マップを図 2 に示す。提案手法は、物体境界に沿った視差マップが生成できていることがわかる。図 3 に各手法を比較した結果を示す。安定性の評価では、初期フレームと各フレームで視差の差分を比較する。実験で用いる動画は、全く動きのないシーンであるため、もし安定していれば、視差の差分の平均値が小さく、差分が 0 である割合が多くなる。図 3 (a), (b) より、従来手法は、全く動きのないシーンを用いて視差マップを求めているにもかかわらず、視差推定結果にばらつきがある。一方、提案手法は、非常に安定していることがわかる。精度の評価では、3 次元デジタイザで計測した視差マップの真値との差分を用いて比較する。真値と視差マップの差分をとり、誤差が 1 ピクセルよりも大きい画素を誤対応点とし、全画素に占める誤対応点の割合をエラー率とする。エラー率が小さいほど推定精度が高いことを示す。図 3 (c) より、提案手法は、グラフカットとほぼ同程度のエラー率であり、高精度に視差推定できている。最後に、速度の評価を行う。各手法による処理時間を表 1 に示す。提案手法は、従来手法よりも高速である。以上より、提案手法は、高精度で安定した視差マップを高速に生成することが可能である。

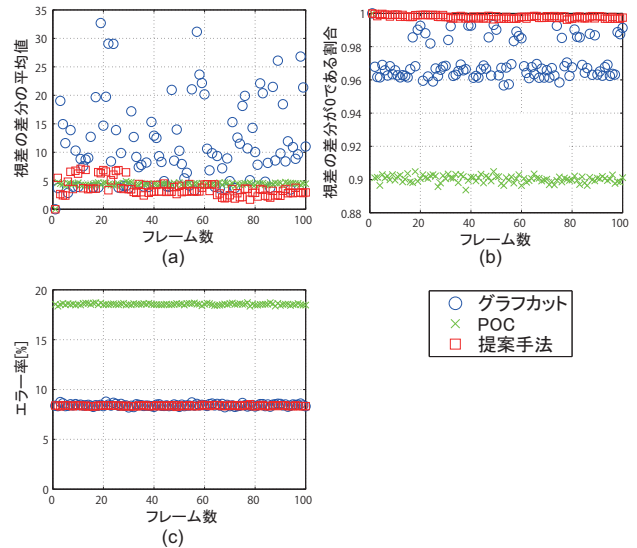


図 3: 各手法による比較: (a) 視差の差分の平均値, (b) 視差の差分が 0 である割合, (c) エラー率

4 まとめ

本稿では、ステレオ動画のための画像対応付けに基づく高精度な視差マップ生成手法を提案し、ステレオ動画を用いて定量的な評価を行った。提案手法を用いることで、高精度で安定した視差マップを高速に生成できることを示した。

参考文献

- [1] V. Kolmogorov and R. Zabih, "Multi-camera scene reconstruction via graph cuts," Proc. European Conf. Computer Vision, vol.3, pp.82-96, 2002.
- [2] K. Takita, M.A. Muquit, T. Aoki, and T. Higuchi, "A sub-pixel correspondence search for computer vision applications," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E87-A, no.8, pp.1913-1923, 2004.
- [3] 岡田和典, "ミーンシフトの原理と応用," 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, vol.162, no.27, pp.401-414, 2008.
- [4] 佐々木満春, 伊藤康一, 青木孝文, 石上智英, 西村明夫, "ステレオ動画のための動き推定と画像対応付けを組み合わせた視差マップ生成手法の検討," 第 27 回 信号処理シンポジウム, no.A2-3, pp.35-40, 2012.